

A4

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-311643

(43)Date of publication of application : 26.11.1996

(51)Int.Cl. C23C 14/34  
H01L 21/203  
H01L 21/285

(21)Application number : 08-  
032829

(71)Applicant : SUMITOMO SITIX  
CORP

(22)Date of filing :

25.01.1996

(72)Inventor : ONISHI TAKASHI  
YOSHIMURA  
YASUTOKU

OKAMOTO SETSUO

(30)Priority

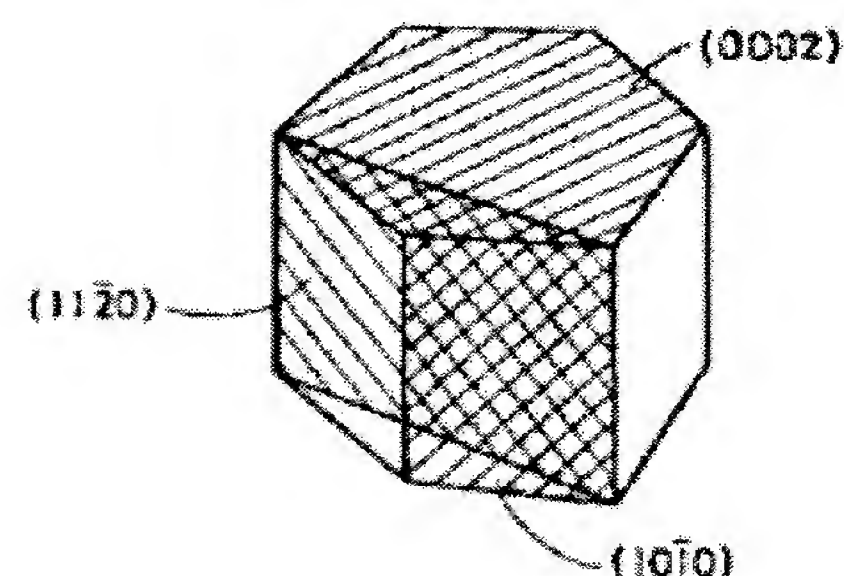
Priority number : 07 81952 Priority date : 13.03.1995 Priority country : JP

(54) TITANIUM SPUTTERING TARGET AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a target having a high film forming efficiency in contact holes.

CONSTITUTION: In this manufacture, crystals in the target surface are oriented so that the X-ray diffraction intensity of the (101'0) planes and/or (112'0) planes each perpendicular to the closest-packed face is 1.1 times as much as that of the crystals when they are randomly oriented and the X-ray diffraction intensity of (0002) planes each parallel to the closest-packed face is <1 time as much as that of the crystals when they are randomly oriented. Thus, the released directions of sputtered particles from the target surface are controlled so as to be perpendicular to the target



surface.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-311643

(43)公開日 平成8年(1996)11月26日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C	14/34		C 2 3 C 14/34	A
H 0 1 L	21/203		H 0 1 L 21/203	S
	21/285		21/285	S

審査請求 有 請求項の数7 F D (全 8 頁)

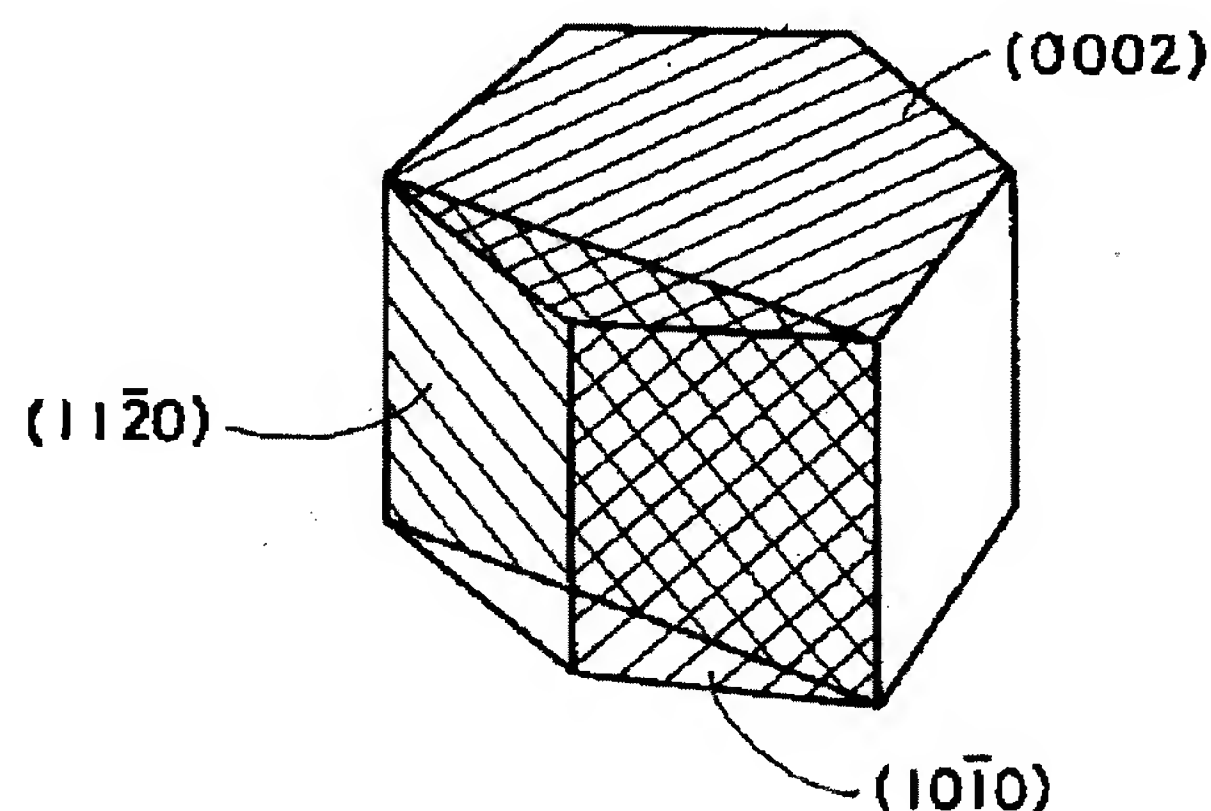
(21)出願番号	特願平8-32829	(71)出願人	000205351 住友シチックス株式会社 兵庫県尼崎市東浜町1番地
(22)出願日	平成8年(1996)1月25日	(72)発明者	大西 隆 兵庫県尼崎市東浜町1番地 住友シチックス株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平7-81952	(72)発明者	吉村 泰徳 兵庫県尼崎市東浜町1番地 住友シチックス株式会社内
(32)優先日	平7(1995)3月13日	(72)発明者	岡本 節男 兵庫県尼崎市東浜町1番地 住友シチックス株式会社内
(33)優先権主張国	日本(J P)	(74)代理人	弁理士 生形 元重 (外1名)

(54)【発明の名称】 スパッタリング用チタンターゲットおよびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 コンタクトホールにおける成膜効率が高いスパッタリング用チタンターゲットを提供する。

【構成】 最密充填面に対して垂直な(1 0 -1 0)および/または(1 1 -2 0)のX線回折強度がランダム配向の場合の1.1倍となり、且つ最密充填に対して平行な(0 0 0 2)のX線回折強度がランダム配向の場合の1倍未満となるように、ターゲット面の結晶を配向させる。ターゲット面から飛び出すスパッタ粒子の方向が、そのターゲット面に対して垂直な方向に制御される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板表面に薄膜を形成するスパッタリングに使用されるチタニウムターゲットであって、前記基板表面に対向するターゲット面の結晶構造として、最密充填面に対して垂直な $(1\ 0\ -1\ 0)$ および/または $(1\ 1\ -2\ 0)$ のX線回折強度がランダム配向の場合の1.1倍以上であることを特徴とするスパッタリング用チタニウムターゲット。

【請求項2】 最密充填面に対して平行な $(0\ 0\ 0\ 2)$ のX線回折強度がランダム配向の場合の1倍未満であることを特徴とする請求項1に記載のスパッタリング用チタニウムターゲット。

【請求項3】 請求項1または2に記載のスパッタリング用チタニウムターゲットを製造する方法であって、最終加工として変態点以下の温度で加工度が50%以上の強加工を行い、加工方向に沿った面がターゲット面となるようにターゲットを採取することを特徴とするスパッタリング用チタニウムターゲットの製造方法。

【請求項4】 請求項1または2に記載のスパッタリング用チタニウムターゲットを製造する方法であって、最終加工として変態点以上の温度で加工度が50%以上の強加工を行い、加工方向に交差する面がターゲット面となるようにターゲットを採取することを特徴とするスパッタリング用チタニウムターゲットの製造方法。

【請求項5】 請求項1または2に記載のスパッタリング用チタニウムターゲットを製造する方法であって、最終加工として $\beta \rightarrow \alpha$ 変態点を通過させながら加工度が50%以上の強加工を行い、加工方向に交差する面がターゲット面となるようにターゲットを採取することを特徴とするスパッタリング用チタニウムターゲットの製造方法。

【請求項6】 強加工がクロス圧延であることを特徴とする請求項3、4または5に記載の製造方法。

【請求項7】 最終加工の後に結晶粒微細化のための熱処理を行うことを特徴とする請求項3、4、5または6に記載の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、LSIやULSI等の半導体素子の製造において、配線材料等としての薄膜を形成するために用いられるスパッタリング用チタニウムターゲットおよびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年のLSIの急速な集積度の増大により、LSIやULSIに使用される電極材料は電極配線の細線化による信号遅延を解決するために、従来多用されていたポリシリコンに替わって、より低抵抗な高純度・高融点金属材料に移行しつつある。LSIやULSIに使用される高純度・高融点材料としては、モリブデン、タングステン、チタンあるいはそれらのシリサイドがあり、なかでもチタンは優れた比強度、加工性及び耐

食性を有することから特に有望とされている。

【0003】チタンにより半導体用電極を形成する場合、スパッタリングが通常用いられる。そして、そのスパッタリングに使用される高純度のチタニウムターゲットは通常次のようにして製造される。

【0004】沃化物熱分解法または電解法等によって精製した高純度チタン材をEB（エレクトロンビーム）溶解等の真空溶解法により溶解し、鑄造、鍛造、圧延、熱処理等のプロセスを経て板状のターゲットとなす。最近では、沃化物熱分解法により直接チタニウムターゲットを製造する析出法も研究されているが、実用されているのは前述した溶製法である。

【0005】ところで、このようなチタニウムターゲットを用いたスパッタリングでは、スパッタリング膜厚の不均一は、ターゲットの結晶粒の結晶方位によってスパッタ効率が異なることから発生すると言われている。そのため、一般的にはチタニウムターゲットの結晶粒を微細化することによって結晶方位を平均化している。溶製法で圧延、熱処理を行うのもこのためである。

【0006】しかし、最近の更なる高集積化に伴い配線幅が非常に狭くなってきたため、結晶方位を平均化したチタニウムターゲットでは、図1（A）に示すように、ターゲットからのスパッタ粒子に方向性がないため、コンタクトホールと呼ばれる溝へのスパッタリングによる成膜が非常に困難になってきた。

【0007】この対策の1つとして、図1（B）に示すように、基板とターゲットの間にコリメートを配置する方法がある。しかし、この方法では、ターゲットからのスパッタ粒子の多くがコリメートに付着し、基板に到達するスパッタ粒子の数が大幅に減少するため、スパッタ効率が著しく低下するという問題がある。そこで最近考えられているのが、図1（C）に示すように、ターゲットからのスパッタ粒子の方向を揃える技術であり、特開平5-214521号公報には、スパッタ粒子が結晶の最密充填方向に飛散しやすいという観点から、その最密充填面に平行な $(0\ 0\ 0\ 2)$ を中心に優先方位を考えた結晶構造のチタニウムターゲットが開示されている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】図2にチタンの室温での結晶構造を示す。最密充填面に平行な面が $(0\ 0\ 0\ 2)$ 、最密充填面に垂直な面としては $(1\ 0\ -1\ 0)$ や $(1\ 1\ -2\ 0)$ などがある。特開平5-214521号公報に示されたチタニウムターゲットは、結晶が $(0\ 0\ 0\ 2)$ に強く配向したものと考えられるが、一般の溶製法で製造されたチタニウムターゲットも、比較的低温で加工していることから、同様の配向性を有している。

【0009】しかし、従来一般の結晶粒径を微細化した溶製ターゲットは、結晶粒径を制御していないものよりスパッタ粒子の飛ぶ方向が揃うのは事実であるが、コンタクトホールと呼ばれる溝へのスパッタリングにおいて



は、成膜効率が圧延を受けていないものよりむしろ低下することが本発明者らによる調査から判明した。それはスパッタ粒子の飛散方向が、ターゲット表面に対して垂直な方向に制御されていないからである。

【0010】すなわち、コンタクトホールと呼ばれる溝へのスパッタリングにおいては、成膜させる基体に対して垂直にスパッタ粒子の飛散する方向を制御する必要があり、そのためターゲットにおいてはスパッタ粒子の飛散する方向をターゲット表面に対して垂直な方向に制御することが要求されるが、従来一般の圧延を受けた溶製ターゲットでは、スパッタ粒子の飛び出す方向がこの要求される方向に制御されず、要求されるのとは異なる方向に制御されるため、コンタクトホールの底面に到達するスパッタ粒子の数が著しく減少するのである。

【0011】本発明の目的は、ターゲット表面から飛び出すスパッタ粒子の方向がそのターゲット表面に対して垂直な方向に制御されるスパッタリング用チタンターゲットおよびその製造方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明者らはターゲット表面における結晶方位とその表面から飛び出すスパッタ粒子の方向との関係を調査した。その結果、最密充填面に対して平行にスパッタ粒子が飛散しやすいこと、ターゲット表面の結晶構造が、最密充填面に垂直な $(1\ 0\ -1\ 0)$ や $(1\ 1\ -2\ 0)$ に強く配向したものである場合に、スパッタ粒子の飛散効率が高くなり、且つターゲット表面に対して垂直な方向に飛散方向が制御されることが認められた。

【0013】本発明のチタンターゲットは、スパッタリングにより成膜させる基板に対するターゲット面の結晶構造として、最密充填面に対して垂直な $(1\ 0\ -1\ 0)$ および／または $(1\ 1\ -2\ 0)$ のX線回折強度がランダム配向の場合の1.1倍以上となるものであり、望ましくは更に、最密充填面に対して平行な $(0\ 0\ 0\ 2)$ のX線回折強度がランダム配向の場合の1倍未満となるものである。

【0014】本発明のチタンターゲットにおいては、その結晶の配向性が $(1\ 0\ -1\ 0)$ 、 $(1\ 1\ -2\ 0)$ および $(0\ 0\ 0\ 2)$ の各X線回折強度により規定される。ここで各X線回折強度はランダム配向の場合を1とした比率（以下、回折強度比という）で表される。ランダム配向の場合とは、X線回折計で使用する試料ホルダー内に微細結晶粉末を充填して測定した場合のことである。

【0015】スパッタ粒子は、図3に示すように、最密充填面に垂直な $(1\ 0\ -1\ 0)$ や $(1\ 1\ -2\ 0)$ がターゲット表面となる場合にターゲット表面に対して垂直な方向に飛散しやすい。スパッタ粒子の飛散方向をターゲット面に垂直な方向に制御するためには、 $(1\ 0\ -1\ 0)$ および $(1\ 1\ -2\ 0)$ の少なくとも一方の回折強度比を1.1以上とし、望ましくは更に $(0\ 0\ 0\ 2)$ の回折

強度比を1未満として、最密充填面に垂直な面を強く配向させることが必要である。

【0016】前者の望ましい回折強度比は2.0以上である。後者の望ましい回折強度比は0.5未満である。また、 $(1\ 0\ -1\ 0)$ および $(1\ 1\ -2\ 0)$ の一方より両方の回折強度比が1.1以上となるのが望ましく、両方が2.0以上となるのが特に望ましい。

【0017】従来一般の圧延を受けた溶製ターゲットは、この条件を満足しない。この条件を満足させるには、例えば材料の切り出し方向を変える、圧延温度を従来より高くする、圧延圧下率を大きくするなどの対策を講じる必要がある。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態としてその製造方法を説明する。

【0019】本発明の第1のチタンターゲット製造方法は、最終加工として変態点以下の温度で加工度が50%以上の強加工を行い、加工方向に沿った面がターゲット面となるようにターゲットを採取するもので、主に採取に工夫を講じたものである。

【0020】従来の溶製チタンターゲットの製造では、最終加工として変態点以下の温度で加工が行われる。例えば鍛造の場合では鍛造方向に直角な面、すなわち鍛造材表面がターゲット面となるようにターゲットが採取される。しかし、変態点以下の温度での加工では、加工方向に $(0\ 0\ 0\ 2)$ が配向する。そのため、従来の溶製ターゲットはターゲット面に $(0\ 0\ 0\ 2)$ が配向したものになる。

【0021】これに対し、本発明の第1のチタンターゲット製造方法においては、まず変態点以下の温度で強加工を行う。これにより、図4(A)に示すように、加工方向に直角な面に $(0\ 0\ 0\ 2)$ が強く配向する。そして、加工方向に沿った面（望ましくは加工方向に平行な面）がターゲット面となるように、ターゲットを採取する。これにより、ターゲット面に $(1\ 0\ -1\ 0)$ および／または $(1\ 1\ -2\ 0)$ が向上したチタンターゲットが得られる。変態点以下の温度で加工を行った場合に加工方向に $(0\ 0\ 0\ 2)$ が配向する理由は次の通りである。

【0022】チタンは変態点以下の $\alpha$ 領域では最密六方晶構造(h.c.p)であり、その塑性変形機構はすべり変形と双晶変形の二つである。一般に金属材料の塑性変形に対するすべり変形の寄与は双晶変形のそれに比べて圧倒的に大きく、純チタンの場合も塑性変形の大部分はすべり変形により担われる。チタンの変形は、 $(1\ 0\ -1\ 0) < 1\ 1\ -2\ 0 >$ の柱面すべりが主体であり、すべり方向が $< 1\ 1\ -2\ 0 >$ で底面内にあるため、C軸方向の変形はこのすべり系の活動によっては得られない。よって、C軸に垂直な $(0\ 0\ 0\ 2)$ 面の配向が加工方向（力を加える方向）に強くなる。

【0023】本発明の第1のチタンターゲット製造方法

における加工温度は低いほど望ましく、具体的には600℃以下が望ましく、室温で最も大きな効果が得られる。加工度については配向度を高めるために大きいほど望ましく、70%以上が特に望ましい。加工法としては加工後も加工方向に比較的大きな厚さが確保される鍛造あるいはスラブ圧延が、ターゲット採取の点から望ましい。

【0024】本発明の第2のチタンターゲット製造方法は、最終加工として変態点以上の $\beta$ 領域で加工度が50%以上の強加工を行い、加工方向に交差する面がターゲット面となるようにターゲットを採取するものである。

【0025】この方法は従来より高温で最終加工を行うものである。この場合は、図4(B)に示すように、

(0002)がランダムに配向し、その結果、一部の(10-10)および/または(11-20)が加工方向に配向する。従って、加工方向に交差する面(望ましくは加工方向に直角な面)をターゲット面とすることにより、ターゲット面における(10-10)および/または(11-20)の配向度が上がる。変態点以上の高温で加工を行った場合に(0002)がランダム配向する理由は次の通りである。

【0026】チタンは変態点以上の $\beta$ 領域では体心立方晶構造(b.c.c)であるため、 $\beta$ 領域で加工すると体心立方晶構造の1方向に結晶が配向する。しかし、この材料は何らかの形で冷却されるため、 $\beta \rightarrow \alpha$ の変態点で体心立方晶構造(b.c.c)から最密六方晶構造(h.c.p)へ、Burgersの関係にしたがって変態する。この場合、6つの(101)が(0001)に変態するため、(0002)はランダムに配向する。

【0027】本発明の第2のチタンターゲット製造方法における加工は、あまり高温で行うと酸化が激しいので1000℃以下の温度が望ましい。加工度はランダム化のために大きいほどよく、70%以上が特に望ましい。

【0028】本発明の第3のチタンターゲット製造方法は、最終加工として $\beta \rightarrow \alpha$ 変態点を通過させながら加工度が50%以上の強加工を行い、加工方向に交差する面がターゲット面となるようにターゲットを採取するものである。

【0029】この方法は $\beta \rightarrow \alpha$ 変態点の通過時に加工を行う点に特徴がある。この場合は、図4(C)に示すように、加工方向に(10-10)および/または(11-20)が強く配向する。従って、加工方向に交差する面(望ましくは加工方向に直角な面)がターゲット面となるように、ターゲットを採取することにより、ターゲット面に(10-10)および/または(11-20)が強く配向したチタンターゲットが得られる。この加工を行った場合に加工方向に(10-10)および/または(11-20)が強く配向する理由は次の通りである。

【0030】第2の方法の場合と同様に、変態点以上の

$\beta$ 領域で加工すると体心立方晶構造の1方向に結晶が配向するが、加工中に $\beta \rightarrow \alpha$ 変態が生じる場合には6つの(101)の内の1つの(101)だけが(0001)に変態すると言われている。この際の優先方位が加工方向に対して垂直に(0002)が配向するため、(0002)に垂直な(10-10)および(11-20)が加工方向に配向する。

【0031】本発明の第3のチタンターゲット製造方法における加工は、配向性を高めるために加工終了温度が低いほど望ましく、具体的には700℃以下で加工を終了するのが望ましい。加工開始温度は酸化を防ぐために1000℃以下が望ましい。加工度については配向性を高めるために大きいほどよく、70%以下が特に望ましい。

【0032】本発明のいずれのチタンターゲット製造方法においても、加工としてクロス圧延を用いることにより、スパッタリング時の膜厚分布が均一化される。その結果、コンタクトホール底面に到達する粒子の数も増大する。

【0033】クロス圧延とは、圧延方向が交差する方向(望ましくは45°ずつずらした8方向)に材料を移動させて圧延を行う技術である。一方向で圧延した材料のX線回折強度とクロス圧延した材料のX線回折強度は、他の圧延条件が同じであればほぼ同じになる。しかし、個々の結晶をみた場合には、一方向で圧延した材料の個々の結晶が圧延方向に依存して一定の方向を向いている。その結果、スパッタリング用ターゲットとして使用した場合、粒子の飛散する方向が揃い過ぎ、膜厚が不均一になる。クロス圧延により個々の結晶の方向をランダムにすることにより、圧延方向の影響が緩和され、膜厚の均一化が図られる。

【0034】本発明のいずれのチタンターゲット製造方法においても、最終加工の後に結晶粒微細化のための熱処理を行うことが、スパッタ粒子の方向制御性を高めるのに有効である。具体的には粒径500 $\mu$ m以下が望ましく、100 $\mu$ m以下が更に望ましく、50 $\mu$ m以下が特に望ましい。

【0035】

【実施例】以下に本発明の実施例を示し、比較例と対比することにより、本発明の効果を明らかにする。

【0036】市販の高純度チタン鑄造材を用いてスパッタリングターゲットを作製するに際し、ターゲットの結晶配向性を制御するために表1の加工条件を採用した。作製されたチタンターゲットの表面における結晶配向性を表2に示す。示された配向性は、X線回折法により各方位のX線回折強度を測定し、それをチタン粉の各方位のX線回折強度を1とした比率で表したものである。

【0037】また、作製されたチタンターゲットを使用してスパッタリングを行なった。基板の表面には幅1.0 $\mu$ m×深さ2.0 $\mu$ mのコンタクトホールを設けた。スパ

10

20

30

40

50

ッタリングにより得られた薄膜の平均膜厚は約500オングストロームである。

【0038】コンタクトホール以外の部分における成膜速度および膜厚分布、並びにコンタクトホールにおけるステップカバレッジを測定した結果を表3に示す。成膜速度は（平均膜厚／スパッタ時間）で表し、膜厚分布は\*

\*（最大膜厚－最小膜厚）／（平均膜厚×2）×100（％）で表わした。また、コンタクトホールにおけるステップカバレッジは（ホール底面の平均膜厚／ホール以外の平均膜厚）×100（％）で表わした。

【0039】

【表1】

No.	ターゲット材加工条件
1	( casting material ) → 900°C鍛造 → 500°C圧延 (圧下率: 70%) → 切り出し (A)
2	( casting material ) → 500°C鍛造 (加工率: 50%) → 切り出し (A)
3	( casting material ) → 500°C鍛造 (加工率: 50%) → 切り出し (B)
4	( casting material ) → 500°C鍛造 (加工率: 50%) → 切り出し (C)
5	( casting material ) → 900°C鍛造 → 950°C圧延 (圧下率: 70%) → 切り出し (A)
6	( casting material ) → 900°C鍛造 → 900°C圧延 (圧下率: 70%) → 切り出し (A)
7	( casting material ) → 900°C鍛造 → 950°C圧延 (クロス 圧下率: 70%) → 切り出し (A)
8	( casting material ) → 900°C鍛造 → 950°C圧延 (圧下率: 70%) → 800°C熱処理 → 切り出し (A)
9	( casting material ) → 900°C鍛造 → 950°C圧延 (圧下率: 70%) → 700°C熱処理 → 切り出し (A)
10	( casting material ) → 900°C鍛造 → 950°C圧延 (圧下率: 70%) → 600°C熱処理 → 切り出し (A)

切り出し (A) : 加工方向に直角な面がターゲット面となる切り出し

切り出し (B) : 加工方向に平行な面がターゲット面となる切り出し

切り出し (C) : 加工方向に対して45°の面がターゲット面となる切り出し

【0040】

【表2】



No.	(100)*	(002)*	(101)*	(102)*	(110)*	(103)*	(112)*	(201)*
1	0.7	2.5	0.8	0.6	0.4	1.5	0.7	0.5
2	1.1	1.5	1.1	0.7	0.5	1.0	1.1	0.4
3	1.0	0.6	0.9	0.9	1.2	0.9	0.8	0.7
4	0.9	0.8	1.2	0.8	1.0	0.7	1.0	0.8
5	0.8	0.6	1.4	0.7	2.4	0.6	0.9	0.8
6	2.5	0.5	1.0	0.4	2.0	0.6	0.8	0.7
7	0.9	0.7	1.1	0.7	2.1	0.5	0.8	0.8
8	0.8	0.5	1.2	0.6	2.0	0.6	0.9	0.9
9	0.8	0.6	1.4	0.7	2.2	0.8	0.8	0.7
10	0.7	0.5	1.3	0.7	2.1	0.7	0.8	0.9

(\*) (100) = ( 1 0 -1 0 ) , (002) = ( 0 0 0 2 )  
(101) = ( 1 0 -1 1 ) , (102) = ( 1 0 -1 2 )  
(110) = ( 1 1 -2 0 ) , (103) = ( 1 0 -1 3 )  
(112) = ( 1 1 -2 2 ) , (201) = ( 2 0 -2 1 )

【0 0 4 1】

【表3】



No.	成膜速度 (nm/s)	膜厚分布 (%)	コンタクトホールにおける ステップカバレッジ (%)
1	1.5	17	28
2	1.4	18	32
3	1.8	14	45
4	1.7	15	38
5	2.0	12	47
6	2.4	10	55
7	2.2	12	57
8	2.1	9	51
9	2.2	7	62
10	2.2	6	65

【0042】No. 1は溶製ターゲットとして通常のプロセスにより製造したものである。すなわち、変態点以下の500℃で圧延を行い、加工方向に直角な面（圧延面）がターゲット面となる通常の切り出しを行った。ターゲット面において結晶が（0002）に強く配向したため、成膜速度、膜厚均一性およびコンタクトホールにおけるステップカバレッジは低い。

【0043】No. 2～4は、最終加工として変態点以下の500℃で鍛造を行ったものである。加工方向に直角な面がターゲット面となる通常の切り出しを行ったNo. 2は、No. 1と同様にターゲット面に（0002）が強く配向したため、成膜速度、膜厚均一性およびステップカバレッジは低い。

【0044】これに対し、No. 3は加工方向に平行な面がターゲット面となるように切り出しを行ったため、ターゲット面に（11-20）が比較的強く配向し、（10-10）についても配向傾向が見られたため、成膜速度、膜厚均一性およびステップカバレッジが共に向上した。加工方向に対して45°の傾斜切り出しを行ったNo. 4も、No. 2に比べると成膜速度、膜厚均一性およびステップカバレッジが向上した。

【0045】No. 5は変態点以上のβ領域で強圧延を行い、通常の切り出しを行ったものである。通常の切り出しによりターゲット面に（11-20）が強く配向し、成膜速度、膜厚均一性およびステップカバレッジが著しく向上した。

【0046】No. 6は変態点以上のβ領域の900℃から変態点以下の800℃にかけて強圧延を行ったものである。通常の切り出しによりターゲット面に（10-10）および（11-20）が強く配向し、成膜速度、膜厚均一性およびステップカバレッジが更に向上した。

【0047】No. 7は変態点以上のβ領域で強圧延を行ったNo. 5において、圧延としてクロス圧延を用いたものである。ターゲット面における配向性はむしろ低下したが、膜厚均一性およびステップカバレッジは向上した。

【0048】No. 8～10はNo. 5において最終加工の後に結晶粒微細化のための熱処理を行ったものである。結晶粒径はNo. 8で500μm、No. 9で100μm、No. 10で50μmである。結晶粒径が小さくなるに従って膜厚均一性およびステップカバレッジが向上した。

【0049】なお、No. 3, 5, 6のなかでは、（10-10）および（11-20）の両方の回折強度比が2.0以上となり、且つ（0002）の回折強度比が0.5以下となるNo. 6の特性が特に良い。

【0050】なお、上記実施例は溶製ターゲットであるが、前述した析出ターゲットにも適用可能である。

【0051】

【発明の効果】以上に説明した通り、本発明のスパッタリング用チタンターゲットは、最密充填面に対して垂直な（10-10）や（11-20）の方位に強く配向した表面結晶構造を持つため、ターゲットから飛び出すス

パッタ粒子の方向がターゲット面に垂直な方向に制御され、狭く深いコンタクトホールに対してもステップカバレッジのよい成膜を行うことができる。従って、半導体デバイスの高集積化に寄与する。また、本発明の製造方法はこのスパッタリング用チタンターゲットを簡易に製造することができる。

\* 【図面の簡単な説明】

【図 1】コンタクトホールへの成膜を示す模式図である。

【図 2】チタンの結晶構造を示す模式図である。

【図 3】スパッタ粒子の飛散方向を示す模式図である。

【図 4】加工条件と配向性の関係を示す模式図である。

